

离岸海岛大型能源项目场平工程风险识别研究

田琨¹, 李守龙², 王仙红¹, 方明豹^{1*}

(1. 国核浙能核能有限公司, 浙江 杭州 310012; 2. 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032)

摘要: 中国是海洋大国, 开发和利用海岛资源, 是我国发展海洋经济的重要选择。但由于海岛较复杂的自然条件和外部环境, 在海岛建设大型项目具有较大风险, 面临较大挑战。本文通过对某离岸海岛大型能源项目场平工程中拟采取的关键技术和施工管理措施的分析, 识别出其中存在的风险, 以便后续采取针对性措施, 规避、减轻或转移风险的发生, 保障项目建设和运行安全。

关键词: 风险识别; 离岸海岛; 场平工程; 关键技术; 施工管理

中图分类号: TU714 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2021) 09—0031—03

2003年, 浙江省作出“八八战略”重大决策部署, 提出了进一步发挥浙江的山海资源优势, 大力发展海洋经济。2010年, 开展浙江沿海及海岛综合开发战略研究, 提出了充分利用海岛相对独立的区位优势, 发展对土地空间要求较大的工业基地, 将浙江省建成全国清洁能源示范基地的开发思路和建议[1]。我国是一个海洋大国, 拥有近300万平方公里海域、1.8万公里大陆海岸线以及约5000座沿海岛屿, 开发和利用海岛资源, 是我国发展海洋经济的重要选择。

但离岸海岛较大陆有较复杂的自然条件和外部环境, 四面环海, 无水、无电、无路, 除本身的地质水文条件影响外, 单岛场平作业会带来作业面交叉, 各工序如何合理有序开展、减小相互干扰, 是工程施工成败的关键。本文通过对某离岸海岛大型能源项目场平工程拟采取的关键技术和施工管理措施的分析, 识别出其中存在的风险, 制定针对性较强的措施, 以便后续采取针对性措施, 规避、减轻或转移风险的发生, 保障项目建设和运行安全。

1 项目概况

本项目依托离岸海岛建设, 海岛距离大陆的直线距离约3.5 Km。海岛所在水域, 动态高水位12.79 m, 静态高水位6.49 m, 动态低水位-4.46 m。风向主要表现为明显的季风特性, 每年5~11月份均可能受到热带气旋和台风影响, 年均3.1次, 其中7-9月份最为活跃, 约占年总数的83.4%。海岛西侧海域海底地面较平缓, 高程一般在-6.0 m~-4.0 m, 东侧海域海底地面较平缓, 高程一般在-11.0 m~-10.0 m, 海床稳定。海域

浅部软土叠加厚度一般大于20.0 m, 离岸稍远处厚度近40 m, 有高含水量、高压缩性、高触变性、低强度的特点。

根据现总平规划和方案, 除了主厂房布置于山体范围内, 周边辅助设施区及施工生产区均为填海形成, 其中, 开山区面积约100万m², 海域用地面积约122万m²。初步估算, 场平工程开山方量约4400万m³(自然方), 最高边坡高度约80 m; 围堤主要共分东北段围堤、西侧围堤、西南段围堤3段, 总长约4200 m。围堤及陆域回填方量约5200万m³(见图1)。



图1 项目效果图

由于本工程开山方量较大, 围堤长度较长、高度较高, 天然软土厚度较深、回填土厚度较大, 且围堤的所处海域为外海、风浪较大, 本工程从技术设计到现场施工都存在较高难度和风险。

2 风险识别分析

2.1 项目风险识别

项目风险识别是一项长期且连贯性的工作, 会因为新技术、新工艺、新客观条件和环境的发展而改变其原

始的性质或者产生了新的风险，就必然需要各个风险管理主体不断地去辨识，随时注意到原本潜在风险的发生和变化，以及潜在可能发生的新风险。

风险识别包括确定风险的来源，风险产生的条件，带来的风险性以及确定哪些风险会对本项目产生影响。其采用的技术方法很多，目前比较常用的主要有：头脑风暴法、德尔菲法、情景分析法、故障树分析法、询问法和核对表法。

由于本项目风险涉及业主、总包方、承包商、监理、设计方以及材料供应商等诸多参与方，建设周期长，多种风险并存。本专项在收集查询相似项目资料的基础上，采用头脑风暴法和不同行业专家函评相结合的方法进行识别。

通过采用头脑风暴法对场平工程关键技术及施工管理措施进行风险识别，再将初步清单发至高校、设计研究院、建设施工单位等不同行业相近专业的专家学者，采用函评的方式，确定项目风险。

2.2 项目风险分析评估

风险分析评估常用的方法有历史资料法、理论概率分布法、主观概率法、专家调查打分法、风险矩阵法等。考虑本项目现阶段风险管理实际情况，从可操作性出发，拟采用风险矩阵法对场平工程风险进行分析评估。

首先，建立风险发生概率判据表（见表1）。

表1 风险概率表

风险发生概率判据	
概率	可能性
0.1	极小可能发生
0.3	不大可能发生
0.5	很可能发生
0.7	极有可能发生
0.9	接近肯定发生

其次，建立风险影响后果判据表（见表2）。

表2 风险后果表

风险后果判据	
影响	后果
0.05	影响极小或无影响
0.1	采取一些缓解措施，影响可以接受
0.2	采取重大缓解措施，影响可以接受
0.4	影响可以接受，但已没有缓解余地
0.8	不能接受

再次，以风险发生概率及影响后果为坐标，建立概率和影响矩阵（见表3）及风险等级综合判据表（见表4）。

表3 概率和影响矩阵表

概率和影响矩阵										
概率	威胁					机会				
	0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09
0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04
0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03
0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02
0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01
	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05
影响	很低	低	中	高	很高	很高	高	中	低	很低

表4 风险等级综合判据表

风险等级综合判据		
风险等级	说明	风险级别矩阵值
高	可能有重大危害	≥ 0.18
中	有某种危害	≥ 0.06 且 ≤ 0.14
低	影响轻微	< 0.06

一般情况下，风险事件发生的概率判断分为主观判断和客观判断两种，客观判断以历史数据和资料为依据，主观判断是凭借人的经验。由于本项目为国内首个离岸无人海岛重大能源项目，开山方量大，围堤长度较长、高度较高，天然软土厚度较深、回填土厚度较大等各种因素，导致客观判断仅能从某一单项去参考，而无法通过全局来判断。因而本项目采用主客观相结合的风险分析方法，即结合现有局部类似项目风险管理资料，通过主观分析判断来对项目所识别的风险的概率等级和影响，对每个风险进行评级，最终评估结果见表5。

3 结语

项目风险识别，是一个由宏观到微观、由概括到具体的管理、操作过程，随着工作的深入，需要不断地修改完善，多次反复，不断深化。

依托本项目已经完成的工程地质、水文、气象等资料成果，实地调查周边环境、市场条件，充分分析本离岸海岛大型能源项目场平工程特点，开展主要针对开山及防护、新建围堤护岸、陆域形成、地基处理和取排水等分步工程中的关键技术或问题分析研究，对施工阶段存在的安全、质量、进度风险进行预测，对识别出的风险进行评估和分析。此次分析结果将有助于从源头上提出针对性解决措施来防范化解相关风险，把问题解决在萌芽之时、成灾之前，在确保安全前提下，能快速、经济、合理地完成场平工程，为项目的建设打下坚实基础。

表5 项目风险评估表

序号	风险分类	风险因子	事件描述
1	关键技术	开山工程	1、海岛最高点约165 m,计划场平标高17 m,整个岛厂区正挖工程量为4200万m ³ (自然方)。而海岛的护岸及陆域回填需要土石方4500万m ³ ,工程量巨大,一旦石料开采有问题,将严重影响护岸及陆域回填施工。 2、受限于实际条件,无法在整个岛完成场平后,才开始实施一期工程建设。后期正挖施工爆破可能会对已建/在建建筑、管线等造成影响。 3、本工程开山形成的边坡最高高度80 m,属于高边坡,边坡的安全等级为一级。边坡塌滑将对进场道路引桥及相关构筑物造成严重破坏危及人员安全等后果。
2		围堤设计	1、本工程为重大能源项目的场平工程,围堤所围范围内为机组生产运行区,若围堤一旦出现问题,将会导致一系列严重后果,因此其设计标准及要求较常规海港工程围堤不同,如何合理确定围堤设计标准是围堤设计的基础前提。 2、软土厚度最深达40m、填高度最高达27m,此种条件下筑堤,需充分考虑地质、填土等各方面因素,确定合理的地基处理方式和围堤堤身结构型式。
3		陆域形成	1、本工程西侧填海区海底地面高程一般在-6.0m~-4.0m,东侧填海区海底高程一般在-11.0m~-10.0m,场地使用标高约+17m,填海区场地回填层厚度达20~30m,回填层厚度巨大,且所在海域软土层深度在20~40m,施工存在很大风险。 2、本工程陆域形成施工涉及水上及陆上多种施工机械,作业面积小,施工机械多,施工所处环境复杂。
4		地基处理	1、强夯震动会对建筑物、地下管线造成危害。 2、插板和打桩会对地下管线造成危害。
5		管涵穿堤开挖	1、本工程取排水管涵穿堤拟采用围堤爆破挤淤施工完毕达到+3.5m顶标高后直接进行开挖,开挖顶面标高至底标高约12m。由于穿堤段未设置止水围堰,开挖边坡有较大范围处于水下,对堤身开挖边坡的最大稳定坡度会有不利影响。本工程取排水管涵穿越围堤区域存在施工开挖边坡的安全风险,且该风险随开挖深度增加将有较大的增加。
6		水文波浪要素设计	1、本工程地处浙南海岛区域,外海开敞,台风多发。近年来台风强度有增大趋势,尤其是“利奇马”台风对工程海区造成较大影响。 2、本工程取水口布置于厂区西侧,外有防波堤,堤内水流动性较弱,泥沙淤积强度相对较大,将对取水产生一定影响。
7	施工管理	爆破作业	1、爆破作业过程中产生的飞石、冲击波、爆破振动、有毒气体、火药爆炸(非正常起爆),极易造成物体打击、火灾、爆炸、中毒、其他伤害等危害,严重时可能导致人员伤亡。 2、爆破产生的噪音,有可能会对岸上居民有一定影响。 3、爆破挤淤会对爆破周围海域环境有一定影响。
8		铲运作业	铲运作业过程中滚落石块、滑坡、铲斗旋转撞人,自卸汽车刹车失灵、爆胎、电路起火,设备检查维修时支架脱落千斤顶内泄,人工配合反铲修边坡时塌方等都会引起不同程度的物体打击、车辆伤害、坍塌等风险,严重时可能导致人员伤亡。
9		回填作业	机械设备的塌陷,车辆的侧翻等,严重时可能导致人员伤亡。
10		高风险作业	项目开挖、支护施工过程当中,存在着高处作业、临边作业、起重吊装作业、焊接切割作业、夜间施工等高风险作业内容,安全管控不严、措施落实不到位,将会酿成安全事故。
11		交叉施工作业	本工程项目各子项分布区域广,与周边各在建工程交叉施工多,互相影响。
12		台风雷暴雨天气	1、厂址区域雨量充沛,雨季持续时间长,台风来临期间常伴随着暴雨和雷暴,极易引起建筑物和构筑物坍塌、设备损坏、施工场所和办公场所遭受破坏等等,主要事故类型为:物体打击、触电、淹溺、高处坠落、坍塌和其他伤害。 2、台风极易造成基坑被淹没,影响边坡的稳定和安全。 3、受台风期海浪的直接影响,护岸堤心石和垫层块石将被冲刷破坏严重,返工量大,进度缓慢;受风浪、涌浪的综合影响,堤心石将大量流失,护岸成型慢,护岸结构在建设期存在安全风险。
13		施工进度	1、项目工程量大,在建工程交叉施工多,若工程不能按照约定的日期开工建设,会导致各子项完工节点不能按期实现。 2、项目工程量大,部分区域支护和开挖须协同推进,分层开挖、分层支护,若不能按照节点要求提供施工场地,会影响开挖和支护的施工进度,因此,受场地条件制约影响大。 3、材料不能按期进场和验收,将导致现场停工待料,影响工期。 4、本工程各子项分布区域广,遍及整个厂区,周边在建工程多;各子项的爆破开挖与基坑支护交替推进,互相影响。 5、施工工艺较为复杂,工程量大、工期短,须合理组织施工,施工组织不合理会影响工程整体施工进度。
14		施工质量	1、人员质量意识不强、专业知识不够、专业技术技能不精湛、责任落实不到位、未按方案和管理制度要求执行等,均会对工程质量产生影响。 2、材料质量不符合要求,工程质量也就不可能符合标准。 3、施工过程质量控制是否有效,直接关系到工程质量能否满足规范和设计要求。 4、施工过程中检查和试验过程能否有效控制,直接关系到工程质量能否满足规范和设计要求。 5、由于性能、文件或程序的缺陷,导致某一事项的质量不可接受或不能确定,产生了某种不符合项,说明过程某种质量风险没有得到识别或者没有控制到位,如果再对不符合项失控,那就意味着产生二次质量风险。
15		施工环境污染	1、桩基础施工产生的泥浆污染。 2、施工、爆破过程中产生的噪声污染。 3、污水、生活污水、工地污水等污染。 4、施工过程及散料堆场等带来的粉尘污染。 5、施工过程产生的固体废弃物污染。 6、施工过程产生的机械设备废油污染。

参考文献:

[1] 方明豹,黄佳钰.海岛核电项目开发探索与思考.中

国核能行业智库丛书(第三卷)[C].2021:97-100.